

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 39 26 466 A 1

⑤① Int. Cl. 5:  
B01J 19/24  
// B01J 23/42, 23/44,  
23/74

⑳ Aktenzeichen: P 39 26 466.1  
㉑ Anmeldetag: 10. 8. 89  
㉒ Offenlegungstag: 14. 2. 91

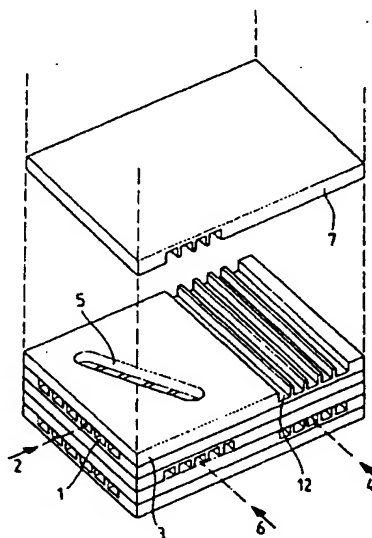
DE 39 26 466 A 1

㉑ Anmelder:  
Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8012  
Ottofurt, DE

㉒ Erfinder:  
Schmid, Peter, Dipl.-Ing.; Caesar, Christoph,  
Dipl.-Ing. Dr., 8000 München, DE

⑤④ Mikroreaktor zur Durchführung chemischer Reaktionen mit starker Wärmetönung

Die Erfindung besteht in einem Mikroreaktor zur Durchführung chemischer Reaktionen mit starker Wärmetönung, in dem Stoff-, Reaktions- und Wärmetönung in Elementen aus zwei oder mehreren übereinanderliegenden Platten stattfinden, die durch ein System aus durch Zerspannung hergestellten Rillen durchzogen und verbunden sind, dergestalt, daß zwischen den Stoffströmen Wandstärken von 10 bis 1000  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise von 25 bis 100  $\mu\text{m}$  bestehen. Hohe Konzentrationen der reagierenden Substanzen können wegen der extremen Wärmeabfuhrleistung kontinuierlich gemischt und zur Reaktion gebracht werden. Durch das enge Verweilzeitspektrum sind hohe Ausbeuten zu erzielen. Es werden in höchstem Maße kostenintensive Produktaufarbeitungsschritte eingespart, so daß der Mikroreaktor selbst eine geringe Investition sein wird (egal wie teuer).



DE 39 26 466 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Mikroreaktor zur Durchführung chemischer Reaktionen mit starker Wärmetönung, in dem Stoff-, Reaktions- und Wärmeführung in Elementen aus zwei oder mehreren übereinanderliegenden Platten stattfinden, die durch ein System aus durch Zerspanung hergestellten Rillen durchzogen und verbunden sind, dergestalt, daß zwischen den Stoffströmen Wandstärken von 10 bis 100  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise von 25 bis 100  $\mu\text{m}$  bestehen.

Bekannt ist, Mikrowärmetauscher mit hoher spezifischer Wärmeübertragungsleistung durch Zerspannung von Folien und anschließendem Diffusionsschweißen von Paketen mit sich kreuzenden Kanälen herzustellen.

Bekannt ist ferner, diesen Mikrowärmetauscher zur Abfuhr von chemischer Reaktionswärme nach vorheriger Mischung der Reaktanten zu nutzen.

Nachteil dieses Verfahrens ist, daß viele exotherme Reaktionen schon während des Mischvorganges in einem Mischer beginnen und den möglichen Konzentrationsbereich, in dem die Reaktanten dem Mikroreaktor zugeführt werden, stark einschränken.

Diese Nachteile bestehender Verfahren vermeidet die vorliegende Erfindung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auf einfache Weise Stoffe in hoher Konzentration zusammenzuführen und zur Reaktion zu bringen, die wegen einer starken Wärmetönung in keinem konventionellen Rührkessel oder Rohrreaktor kontinuierlich gemischt werden könnten, da die freiwerdende Reaktionswärme nicht beherrschbar wäre.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß nach Anspruch 1 dadurch gelöst, daß Stoff-, Reaktions- und Wärmeführung in Elementen aus zwei oder mehreren übereinanderliegenden Platten stattfinden, die durch ein System aus durch Zerspanung hergestellten Rillen durchzogen und verbunden sind, dergestalt, daß zwischen den Stoffströmen Wandstärken von 10 bis 1000  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise von 25 bis 100  $\mu\text{m}$  bestehen.

Dazu wird in einer Ausbildung der Erfindung gemäß Fig. 1 eine Ebene mit Längsrillen (1) versehen, die von dem Stoffstrom A (2) durchströmt werden. In einer zweiten Ebene (3) sind zu den ersten senkrechte Rillen (12) angebracht, die ein Kühlmedium (4) führen; ferner ist eine Aussparung (5) angebracht, in der der Stoffstrom B (6) aus der darüberliegenden Platte (7) mit dem Stoffstrom (B) 2 zusammengebracht und gemischt wird. Die Strömung von (2) durchläuft nach der Mischzone (5) eine Aufheiz- und Reaktionszone, bevor sie zwischen den vom Kühlmedium durchflossenen Ebenen gekühlt wird. In dieser Zone kann die Reaktion sich unter hoher möglicher Wärmeabfuhrleistung fortsetzen, bis der gewünschte Umsetzungsgrad erreicht ist.

Der Anschluß dieses Mikroreaktors an externe Leitungen wird nach einem technisch üblichen Prinzip durch Dichtungen, Dichtungsmassen oder eine thermische Verbindung erfolgen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist der Mikroreaktor aus sechseckigen Platten gemäß Fig. 2 aufgebaut, in dem die mögliche Reaktionszone vollständig von Kühlmedium über- und unterflossen ist. Stoffstrom A (2) wird durch Öffnung (8), Stoffstrom B (6) durch Öffnung (9) eingebracht, in der Mischzone (5) gemischt, z. B. an Einbauten (10) verwirbelt und verläßt den Mikroreaktor durch Ausströmöffnungen (11). Der erfindungsgemäße Mikroreaktor zur Durchführung chemischer Reaktionen mit starker Wärmetönung läßt

sich in den technisch üblichen Reaktionsführungen schalten und kombinieren, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen, wie Rückführung von Produkten, Parallelschaltung, Serienschaltungen, oder der Zugabe von Stoffstrom B (6) an mehreren Stellen zu Stoffstrom A (2).

Der erfindungsgemäße Mikroreaktor ist durch seine kompakte Bauweise besonders geeignet für empfindliche Reaktionen, für die ein enges Verweilzeitspektrum erforderlich ist. Es können damit unerwünschte Folgeprodukte bei vollständiger Beherrschung der Reaktionswärme im mikroskopisch kleinen Maßstab vermieden werden.

Der Druckverlust des Mikroreaktors ist durch seine kleine Baulänge und den großen freien Querschnitt gering, trotz der großen beherrschbaren Wärmeströme.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist der Mikroreaktor aus einer Platinlegierung gefertigt, in der hochenergetische Substanzen gemischt werden; diese verdampfen z. B. Wasser in den Kühlkanälen (12), das z. B. zum Antrieb einer Turbine oder eines Werkzeuges dienen kann.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist der Mikroreaktor selbst aus einem Katalysatormaterial wie z. B. Platin gefertigt und dient z. B. zur Durchführung einer heterogenkatalytischen Gasphasenreaktion.

## Patentansprüche

1. Mikroreaktor zur Durchführung chemischer Reaktionen mit starker Wärmetönung, dadurch gekennzeichnet, daß Stoff-, Reaktions- und Wärmeführung in Elementen aus zwei oder mehreren übereinanderliegenden Platten stattfinden, die durch ein System aus durch Zerspanung hergestellten Rillen durchzogen und verbunden sind, dergestalt, daß zwischen den Stoffströmen Wandstärken von 10 bis 1000  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise von 25 bis 100  $\mu\text{m}$  bestehen.
2. Mikroreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere die Reaktion führende Elemente durch eine Wärmebehandlung, vorzugsweise eine Diffusionsschweißung oder -Lötung, innerhalb des Elementes und zwischen den Elementen zu einer festen und dichten Einheit verbunden werden.
3. Mikroreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroreaktor aus einem katalytisch wirksamen Metall gefertigt ist, vorzugsweise Platin, Palladium, Nickel oder Eisen.
4. Mikroreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Material des Mikroreaktors ein hochschmelzendes Edelmetall, vorzugsweise Platin, Palladium, Iridium oder eine Legierung dieser Metalle ist.
5. Mikroreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Rillenquerschnitt und die Druckverhältnisse zur Ein- und Ausströmung aus dem Mikroreaktor so gewählt sind, daß sich eine Strömungsgeschwindigkeit von mehr als 0,5 m/s einstellt.
6. Mikroreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stoffströme aus den einzelnen Platten durch querlaufende Rillen (Mischräume) vermischt werden.
7. Mikroreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß über Zahl und Breite dieser querlaufenden Rillen das Verweilzeitspektrum des Mikroreaktors eingestellt ist.

8. Mikroreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in die querlaufenden Rillen, die Mischräume, Strömungshindernisse, vorzugsweise Drähte eingelegt sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG. 1

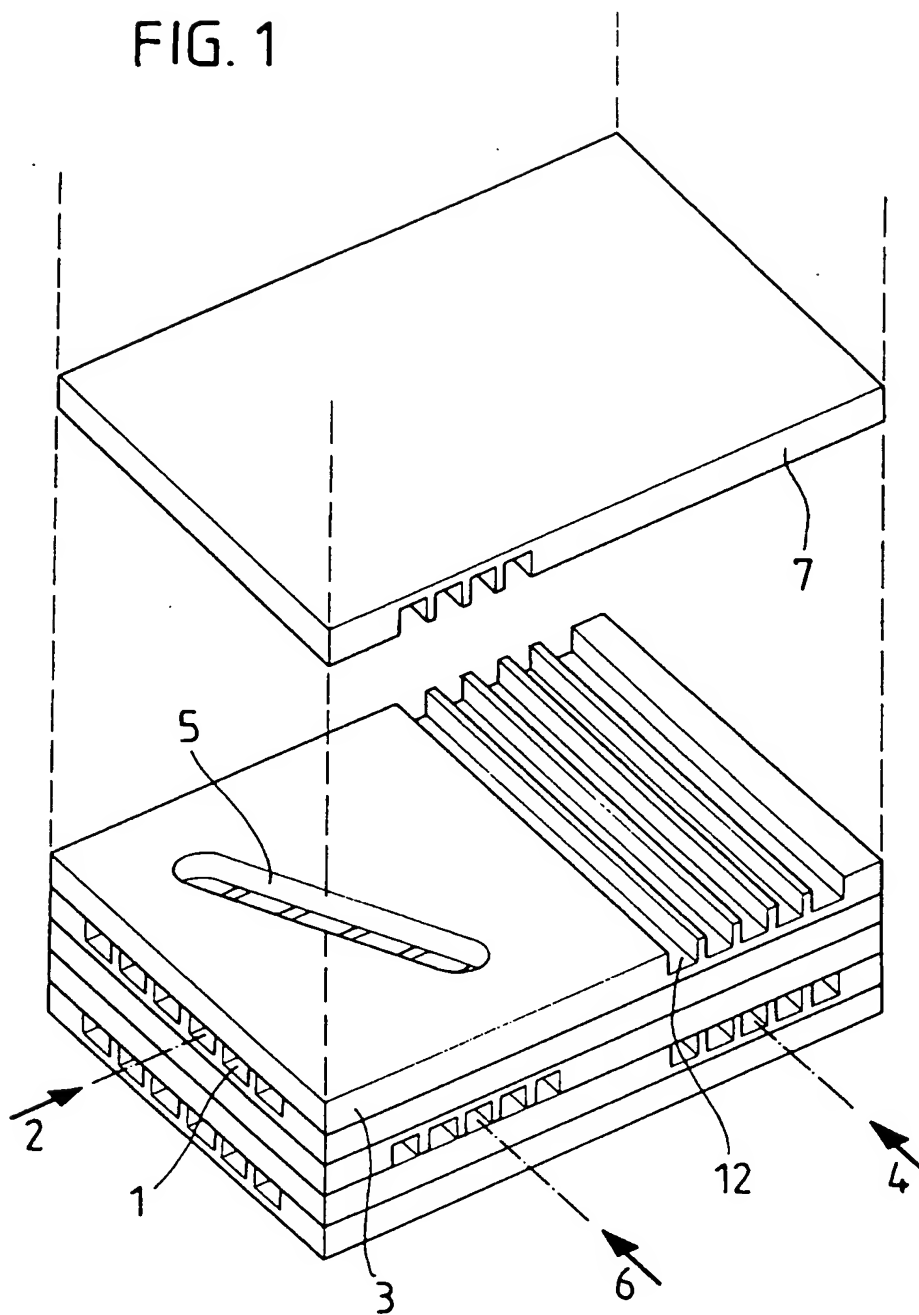


FIG. 2

